

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 01 602.3

Anmeldetag: 17. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer
Dosiereinheit eines Katalysators

IPC: B 01 D, F 23 N und F 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Scholz

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators gemäß dem jeweiligen Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche 1 und 15.

Stand der Technik

Um die Emission von Schadstoffen, insbesondere die Emission von Stickoxiden beim Betrieb von Verbrennungsanlagen zu verringern, sind beispielsweise Abgasanlagen von Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen mit Katalysatoren ausgestattet. Mit diesen werden im Abgas enthaltene Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid zu einem Großteil verbrannt. Allerdings verbleibt bei herkömmlichen Katalysatoren noch ein großer Anteil von schädlichen Stickoxiden im Abgas, welche der Umgebung zugeführt werden.

Durch den Einsatz von Reduktionskatalysatoren kann auch der Anteil von Stickoxiden in den Abgasen reduziert werden. Aus der EP 1 024 254 A2 ist eine Reduktion von Stickoxiden durch Zuführung von Reduktionsmitteln in einem Abgasstrom bekannt, die auch als selektive katalytische Reduktion ("selective catalytical reduction"-SCR) bezeichnet wird.

Hierbei wird die Reduktionsmittelmenge ausgehend von einer Lastgröße, beispielsweise der Kraftstoffeinspritzmenge und/oder der Motordrehzahl und wenigstens einer Betriebs-

kenngroße, beispielsweise der Temperatur des Abgases in Stromrichtung vor dem Katalysator bestimmt. Darüber hinaus wird die Reduktionsmittelmenge abhängig von wenigstens einer weiteren Betriebskenngroße, beispielsweise der Abgastemperatur in Stromrichtung hinter dem Katalysator, unter Verwendung wenigstens eines Kennfelds korrigiert.

Zwischen der Ist- und der Soll-Temperatur des Abgases in Stromrichtung hinter dem Katalysator wird hierzu eine Temperaturdifferenz gebildet. Für unterschiedliche Temperaturdifferenzen sind unterschiedliche Kennfelder vorgesehen, in denen eine korrigierte Reduktionsmittelmenge abhängig von der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge abgelegt ist.

Um eine optimale Korrektur zu erreichen, werden möglichst viele Kennfelder verwendet, damit alle auftretenden Temperaturdifferenzen möglichst lückenlos berücksichtigt werden können, so daß eine genaue Bestimmung der Reduktionsmittelmenge erreicht wird. Damit soll ein maximal möglicher Stickoxidumsatz bei einer minimalen Emission von nicht umgesetztem Reduktionsmittel (Reduktionsmittelschlupf), bei jedem Betriebszustand der Brennkraftmaschine und/oder des Katalysators, insbesondere bei unterschiedlichen Temperaturen, Kraftstoffeinspritzmengen und/oder Motordrehzahlen gewährleistet werden. Die Kennfelder müssen vorab beispielsweise herstellenseitig vor der ersten Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine bzw. des Katalysators aufgenommen (appliziert) werden. Je mehr Kennfelder verwendet werden, umso größer ist zwar die Dosiergenauigkeit bei jedem Betriebszustand des Katalysators und/oder bei jedem Betriebszustand der Verbrennungsanlage, aber umso größer ist auch der Applikationsaufwand und umso unübersichtlicher ist die Zuordnung der Kennfelder.

Zusammenfassung der Erfindung

Der Erfindung liegt nun das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators einer Verbrennungsanlage, insbesondere eines SCR-Katalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, beispielsweise eines Nutzkraftwagens, dahingehend zu verbessern, daß die Menge des zu dosierenden Reagens, insbesondere eines Reduktionsmittels, beispielsweise einer Harn-

stoffwasserlösung, mit geringem Applikationsaufwand ausgehend von möglichst wenigen Kennfeldern erfolgt und dennoch eine optimale Schadstoffreduktion erreicht wird und insbesondere die Menge an Stickoxiden im Abgas so verringert wird, daß vorgeschriebene Grenzwerte nicht überschritten werden.

Insbesondere im Hinblick auf den Einsatz von Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen in unterschiedlichen Ländern mit unterschiedlichen Emissionsrichtlinien ist es erforderlich, eine Anzahl von unterschiedlichen Katalysatoren zur Verfügung zu stellen, die die jeweiligen Emissionsrichtlinien erfüllen und die im Bedarfsfall schnell austauschbar sind. Hierzu ist insbesondere eine deutliche Verringerung des Applikationsaufwandes erforderlich.

Die Erfindung löst dieses Problem mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 15. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Stationärwert einer zu dosierenden Reagensmenge (Reagensstationärwert) ausgehend von einem durch die aktuellen Betriebskenngrößen charakterisierten angenommenen stationären Betriebszustand des Katalysators und/oder der Verbrennungsanlage, unabhängig von den Betriebskenngrößen des Katalysators ermittelt und wenigstens mit einem Dynamikkorrekturfaktor korrigiert (Dynamikkorrektur). Der Dynamikkorrekturfaktor wird abhängig von wenigstens einer der Betriebskenngrößen des Katalysators und wenigstens einer der Betriebskenngrößen der Verbrennungsanlage einem Dynamikkorrekturkennfeld entnommen.

Stationär im Sinne der Erfindung bedeutet hierbei, daß über längere Zeit gleichbleibende (stationäre), beispielsweise herstellerseitig vorgegebene Betriebszustände des Katalysators und/oder der Verbrennungsanlage angenommen werden. Stationärwerte entsprechen daher Werten der jeweiligen Größen bei stationären Betriebszuständen, beispielsweise charakterisiert durch eine gleichbleibende Stickoxidemission und eine gleichbleibende Abgastemperatur in Strömungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator. Durch die Dynamikkorrektur wird der Reagensstationärwert an Veränderungen beispielsweise der Abgastemperatur dynamisch angepaßt. Durch die Dynamikkorrektur wird mit anderen

Worten der Tatsache Rechnung getragen, daß im Betrieb der Verbrennungsanlage und des Katalysators in der realen Betriebsituation tatsächlich keine stationären, sondern dynamische Betriebszustände vorherrschen.

Von Vorteil ist hierbei, daß nicht nur betriebsrelevante Parameter der Verbrennungsanlage und des Katalysators, insbesondere des Abgases, sondern auch vorzugsweise in Kennfeldern abgelegte Stationärwerte, bei denen gleichbleibende (stationäre) Betriebszustände des Katalysators und/oder der Verbrennungsanlage angenommen werden, herangezogen werden.

Es sind vorzugsweise lediglich ein weiteres Kennfeld (Abgastemperaturkennfeld) für den Stationärwert der Abgastemperatur (Abgasstationärtemperaturwert), welches für jeden Katalysator herstellerseitig separat applizierbar ist, und die Bestimmung der tatsächlichen Abgastemperatur in Abgasströmungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator, mit dem dem Abgasstationärtemperaturwert korrigiert wird, notwendig. Somit ist mit nur drei zu messenden Größen, nämlich dem Abgastemperaturwert in Abgasströmungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator, einem Wert für die Motordrehzahl und einem Wert für die Motoreinspritzmenge, und lediglich drei entsprechenden Kennfelder, nämlich dem Dynamikkorrekturkennfeld, dem Abgastemperaturkennfeld und einem Kennfeld für den Reagensstationärwert (Reagenskennfeld), die benötigte Reagensmenge genau bestimmbar.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der Reagensstationärwert darüber hinaus mit einem Stickoxidkorrekturfaktor als Maß für die Abweichungen zwischen einem Stationärwert für eine Stickoxidemission (Stickoxidstationärwert) aus einem Stickoxidkennfeld und dem vorliegenden Stickoxidemissionswert korrigiert, vorzugsweise durch Multiplikation. In dem Stickoxidkennfeld ist der Stickoxidstationärwert abhängig von dem Wert für die Motordrehzahl und dem Wert für die Motoreinspritzmenge abgelegt. Dies hat den großen Vorteil, daß Fehldosierungen aufgrund von Schwankungen der Stickoxidemission, die sowohl statisch als auch dynamisch erfolgen können, drastisch reduziert werden. Diese Fehldosierungen können auftreten, weil bei der Bestimmung des Reagensstationärwerts von einer gleichbleibenden, stationären Stickoxidemission ausgegangen wird. Die Anpassung an die reale Situation, in der sich die Stickoxidemission

dynamisch verändert, erfolgt dann dadurch, daß die Menge des wenigstens einen Reagens durch Korrektur mit der Abweichung von der tatsächlichen Stickoxidgehalt aus dem Reagensstationärwert ermittelt wird.

Außerdem ist von Vorteil, daß lediglich der Wert für die Stickoxidemission erforderlich ist, der vorteilhafterweise mit einem Stickoxidsensor oder durch Simulation aus Motordaten, Meßwerten und/oder Kennfeldern mittels Berechnung von Differentialgleichungen und/oder Funktionalen ermittelt wird. Mit dem Stickoxidsensor ist der Stickoxidemissionswert genau erfaßbar. Die Simulation des Stickoxidemissionswertes hat hingegen den Vorteil, daß kein Stickoxidsensor benötigt wird, da ohnehin bereits erfaßte Größen, vorzugsweise die Werte für Motordrehzahl und die Motoreinspritzmenge verwendet werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, die Menge des wenigstens einen Reagens mit einem Wert für die Betriebsdauer des Katalysators, einem Wert für die Betriebsdauer der Verbrennungsanlage, einem Wert für die Außentemperatur, einem Wert für die Kühlmitteltemperatur der Verbrennungsanlage und/oder einem Wert für die Luftfeuchte beispielsweise durch Multiplikation mit einem entsprechenden Faktor zu korrigieren. Dies hat den Vorteil, daß die Dosierung auch auf wechselnde Umgebungseinflüsse angepaßt wird, wodurch eine deutliche Vergrößerung der Dosiergenauigkeit erreicht wird.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind wenigstens ein Mittel zum Ermitteln des Reagensstationärwertes, ein Korrekturmittel zur Durchführung der Dynamikkorrektur, ein Dynamikkorrekturkennfeld in dem der wenigstens eine Dynamikkorrekturfaktor gespeichert ist, und Erfassungsmittel zum Erfassen wenigstens einer der Betriebskenngrößen des Katalysators und wenigstens einer der Betriebskenngrößen der Verbrennungsanlage vorgesehen, mit denen einfach und ohne großen technischen Aufwand eine Anpassung der stationären Ausgangsgrößen an dynamisch sich ändernde Betriebsbedingungen erfolgen kann.

Vorzugsweise ist in dem Dynamikkorrekturkennfeld die Differenz zwischen der Abgasstationärtemperatur als eine Betriebskenngröße und der Abgastemperatur in Strömungsrichtung

mungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator als eine weitere Betriebskenngröße abgelegt, wodurch ein schneller Zugriff auf diese Betriebskenngrößen erfolgt.

Darüber hinaus sieht eine vorteilhafte Ausführungsform eine Steuereinheit mit einem Dynamikkorrekturkennfeld und/oder einem Stickoxidkennfeld vor. Von Vorteil ist hierbei, daß ohne großen technischen Aufwand in einer einzigen Steuereinheit, beispielsweise durch Programmierung, die Kennfelder zur Dynamikkorrektur hinterlegbar sind, und auf diese schnell zugreifbar ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht einen Stickoxidsensor zur Bestimmung des Stickoxidemissionswertes und/oder eine Prozessoreinheit zur Simulation des Stickoxidemissionswertes aus Motordaten, Meßwerten und/oder Kennfeldern mittels Berechnung beispielsweise auf der Basis von Differentialgleichungen und/oder Funktionalen vor. Mit dem Stickoxidsensor läßt sich einfach und schnell der Stickoxidemissionswert bestimmen, wohingegen bei der Simulation gänzlich auf einen weiteren Sensor verzichtet werden kann.

Zeichnung

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematisch eine von der Erfindung Gebrauch machende Dosiereinheit eines SCR-Katalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs,

Fig. 2 ein Ablaufschema eines ersten Ausführungsbeispiels für eine von der Erfindung Gebrauch machende Bestimmung einer Menge einer Harnstoffwasserlösung aus drei Betriebskenngrößen mit einem Dynamikkorrekturkennfeld, und

Fig. 3 ein Ablaufschema eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Bestimmung einer Menge einer Harnstoffwasserlösung aus drei Betriebskenngrößen mit einer Korrektur mit einer vierten Betriebskenngröße gemäß der Erfindung.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung werden nachfolgend in Verbindung mit einer in Fig. 1 dargestellten Dosiereinheit 50 eines SCR-Katalysators 10 eines geregelten Dieselmotors (GD-Modulkat) einer Brennkraftmaschine 3 in Form eines Dieselmotors eines Nutzkraftwagens zur Dosierung einer Harnstoff-Wasser-Lösung (HWL) 200 als Reduktionsmittel in Abgasen für eine selektive katalytische Reduktion insbesondere von Stickoxiden erläutert. Das Verfahren und die Vorrichtung sind jedoch weder auf die Dosiereinheit 50 des SCR-Katalysators 10, noch auf die Verwendung in einem Nutzkraftwagen oder einem beliebigen anderen Kraftfahrzeug mit einem Dieselmotor beschränkt. Sie sind vielmehr überall dort einsetzbar, wo Abgasen einer Verbrennungsanlage, beispielsweise einer Ölheizung oder eines Benzinmotors, zu reinigen sind. Statt des GD-Modulkats kann auch ein beliebiger anderer Katalysator beispielsweise eines Benzinmotors mit Direkteinspritzung vorgesehen sein. Auch sind das Verfahren und die Vorrichtung nicht beschränkt auf die Dosierung von HWL 200, vielmehr können auch andere, auch mehrere unterschiedliche flüssige und/oder gasförmige, auch als eine Mischung vorliegende, Reagenzien dosiert werden. Die HWL 200 kann statt in Abgasen auch in andere flüssige und/oder gasförmige Fluide dosiert werden.

Der SCR-Katalysator 10 ist über eine Abgasleitung 20 mit der Brennkraftmaschine 3 verbunden. Bei einem Betrieb der Brennkraftmaschine 3 ist dem SCR-Katalysator 10 nicht gereinigtes Abgas der Brennkraftmaschine 3 in einer durch einen Pfeil 25 gekennzeichneten Richtung (Strömungsrichtung) zuführbar. Im SCR-Katalysator 10 wird das Abgas in an sich bekannter Weise gereinigt. Gereinigtes Abgas wird über einen Abgasstrang 30 in Strömungsrichtung betrachtet hinter dem SCR-Katalysator 10 der Umgebung zugeführt (Pfeil 35).

Über eine Dosierleitung 40 ist die HWL 200 mit der Dosiereinheit 50 der Abgasleitung 20 zuführbar, um in an sich bekannter Weise eine Reduktion der im nicht gereinigten Abgas enthaltenen Stickoxide zu bewirken.

Der Dosiereinheit 50 wiederum ist die HWL 200 über eine HWL-Zuleitung 205 aus einem Behältnis 206 zuführbar. Die Dosiereinheit 50 kann rein prinzipiell auch mit einer anderen Einrichtung zur Zuführung der HWL 200 verbunden sein.

Die Dosiereinheit 50 ist über eine Steuerleitung 110 mit einer Steuereinheit 90 steuerbar. Mit der Steuereinheit 90 ist die Menge 400 der HWL 200 – wie in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben – abhängig von Betriebskenngrößen des SCR-Katalysators 10 und der Brennkraftmaschine 3 bestimmbar, vorzugsweise berechenbar.

Ein Wert für die Abgastemperatur $T_{\text{Kat},n}$ des gereinigten Abgases ist als eine Betriebskenngröße des SCR-Katalysators 10 beispielsweise mit einem Temperatursensor 160 im Abgasstrang 30 erfaßbar und über eine Temperatursignalleitung 165 an die Steuereinheit 90 übermittelbar. Ein Wert für die Motordrehzahl n ist als eine erste Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine 3 mit einem Drehzahlsensor 140 der Brennkraftmaschine 3 erfaßbar und über eine Drehzahlsignalleitung 145 an die Steuereinheit 90 übermittelbar. Ebenso ist ein Wert für eine Kraftstoffeinspritzmenge ME als eine zweite Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine 3, beispielsweise über einen Kraftstoffmesser 142 der Brennkraftmaschine 3, erfaßbar und über eine Einspritzsignalleitung 147 der Steuereinheit 90 übermittelbar.

Die Kraftstoffeinspritzmenge ME kann rein prinzipiell in an sich bekannter Weise ausgehend von einem Lastsignal aus einem Fahrpedalweg einem Kennfeld entnommen werden, so daß auf den Kraftstoffmesser 142 verzichtet werden kann.

Rein prinzipiell können hier auch andere, die Brennkraftmaschine 3 und/oder den SCR-Katalysator 10 charakterisierende Betriebskenngrößen alternativ oder zusätzlich verwendet werden, welche mit entsprechenden Erfassungsmitteln erfaßbar sind.

Bei einem in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nun die erfaßten Werte für die Motordrehzahl n und die Kraftstoffeinspritzmenge ME einem ersten Stationärkennfeld (Abgastemperaturkennfeld) 300 übermitteln, in dem ein Stationärwert der Abgastemperatur in Strömungsrichtung betrachtet hinter dem SCR-Katalysator 10 (Abgassolltemperaturwert 305) in Abhängigkeit von den Werten für die Motordrehzahl n und die Kraftstoffeinspritzmenge ME abgelegt ist.

Stationär im Sinne der Erfindung bedeutet, daß gleichbleibende (stationäre), beispielsweise herstellenseitig vorgegebene Betriebszustände des SCR-Katalysators 10 und der Brennkraftmaschine 3 angenommen werden. Stationärwerte entsprechen daher Werten der jeweiligen Größe bei stationären Betriebszuständen, beispielsweise charakterisiert durch eine gleichbleibende Stickoxidemission und eine gleichbleibende Abgastemperatur in Strömungsrichtung betrachtet hinter dem SCR-Katalysator 10.

Stationärkennfelder werden beispielsweise herstellenseitig durch Messungen auf einem Motorenprüfstand bei stationären Betriebszuständen der Brennkraftmaschine 3 und des SCR-Katalysators 10 ermittelt.

Außerdem wird aus einem zweiten Stationärkennfeld (HWL-Kennfeld 310) ein Stationärwert für die zu dosierende HWL-Menge (HWL-Stationärwert 320) in Abhängigkeit von den Werten für die Motordrehzahl n und die Kraftstoffeinspritzmenge ME bestimmt. Der HWL-Stationärwert 320 ist darüber hinaus an einer Schnittstelle Ext. abgreifbar und kann rein prinzipiell an eine nicht gezeigte Prozessoreinheit oder eine Ausgabeeinheit übermittelt werden. Es kann hier aber auch auf die Schnittstelle Ext. verzichtet werden.

Das HWL-Kennfeld 310 wird beispielsweise herstellenseitig durch eine Variation der HWL-Dosierung bei stationärem Betrieb der Brennkraftmaschine 3 und definiertem HWL-Schlupf ermittelt. Der HWL-Stationärwert 320 entspricht der HWL-Menge, die bei einem stationären Betriebszustand des Katalysators 10 charakterisiert beispielsweise durch eine stationäre Abgastemperatur zu erwarten wäre.

Der HWL-Stationärwert 320 wird bei einem stationären Betriebszustand bei einem vorgegebenen tolerierbaren HWL-Schlupf appliziert.

Aus einem weiteren Kennfeld (Dynamikkorrekturkennfeld 370) wird ein Dynamikkorrekturfaktor 380 aus dem Abgassolltemperaturwert 305 und der Differenz 360 zwischen dem Abgassolltemperaturwert 305 und dem Abgastemperaturwert $T_{\text{Kat},n}$ bestimmt. Die Differenz 360 wird mit einem Subtrahierer 350 berechnet. Mit dem Dynamikkorrekturwert wird der HWL-Stationärwert 320 an die tatsächlich herrschenden Betriebszustände angeglichen, die sich dynamisch verändern und beispielsweise charakterisiert sind durch Veränderungen der Stickstoffemission während des Betriebes der Brennkraftmaschine 3, der möglichen Umsatzrate an HWL 200 abhängig von einer Katalysatortemperatur und/oder der im Katalysator 10 eingespeicherten HWL 200.

Das Dynamikkorrekturkennfeld 370 wird ebenfalls beispielsweise herstellerseitig auf einem Motorenprüfstand ermittelt.

Die Menge 400 der HWL 200 wird durch Multiplikation des Dynamikkorrekturfaktors 380 mit dem HWL-Stationärwert 320 mit einem Multiplizierer 390 berechnet (Dynamikkorrektur).

Durch die Dynamikkorrektur wird der HWL-Stationärwert 320 an Veränderungen beispielsweise der Abgastemperatur dynamisch angepaßt. Durch die Dynamikkorrektur wird mit anderen Worten der Tatsache Rechnung getragen, daß im Betrieb der Brennkraftmaschine 3 und des SCR-Katalysators 10 in der realen Betriebsituation tatsächlich keine stationären, sondern dynamische Betriebszustände vorherrschen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens sind diejenigen Elemente, die mit dem ersten in Fig. 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel identisch sind, mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß bezüglich deren Beschreibung auf die Ausführung zum ersten Ausführungsbeispiel vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Dieses zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Menge 400 der HWL 200 im Anschluß an die Dynamikkorrektur mit einem Abweichungsfaktor 590 der Stickoxidemission in einem weite-

ren Multiplizierer 600 multipliziert wird. Der Abweichungsfaktor 590 wird hierzu mit einem Quotientenbildner 580 durch Division eines gefilterten Stickoxidemissionswertes 560 durch einen ebenfalls gefilterten Stationärwert der Stickoxidemission (gefilterter Stickoxidstationärwert 570) berechnet.

Der gefilterte Stickoxidemissionswert 560 wird mit einem ersten Filter F1 aus einem Stickoxidemissionswert 505 bestimmt. Der Stickoxidemissionswert 505 seinerseits wird beispielsweise mit einem nicht gezeigten Stickoxidsensor in Strömungsrichtung betrachtet vor dem SCR-Katalysator 10 erfaßt.

Rein prinzipiell kann der Stickoxidemissionswert 505 statt mit dem Stickoxidsensor auch anhand von Motordaten, Meßwerten und/oder Kennfeldern mittels Berechnung von Differentialgleichungen und/oder Funktionalen aus einem Modell simuliert werden (nicht gezeigt).

Der gefilterte Stickoxidstationärwert 570 wird aus einem Stationärwert der Stickoxidemission (Stickoxidstationärwert 550) durch Filtern mit einem zweiten Filter F2 bestimmt.

Auf die Filter F1 und F2 kann rein prinzipiell auch verzichtet werden, wobei dann allerdings Schwankungen der Werte vorliegen können, die beispielsweise durch elektromagnetische Störsignale hervorgerufen werden.

Der gefilterte Stickoxidstationärwert 570 bzw. der Stickoxidstationärwert 550 entspricht der Stickoxidemission, die bei einem gleichbleibenden (stationären) Betriebszustand des SCR-Katalysators 10, insbesondere bei gleichbleibender Abgastemperatur, zu erwarten wäre.

Der Stickoxidstationärwert 550 wird einem vierten Stationärkennfeld (Stickoxidkennfeld 520) in Abhängigkeit von den Werten für die Motoreinspritzmenge ME und die Motordrehzahl n entnommen.

Das Stickoxidkennfeld 520 wird beispielsweise herstellenseitig bei einem stationären Betriebszustand des SCR-Katalysators 10 auf einem Motorenprüfstand ermittelt.

Die vier in Verbindung mit Fig. 2 bzw. 3 beschriebenen Kennfelder bzw. Stationärkennfelder 300, 310, 370 und 520 können rein prinzipiell in der Steuereinheit 90 abgespeichert werden, und in an sich bekannter Weise durch eine Datenübertragung oder eine softwaremäßige Programmierung importiert bzw. geändert werden. Sie können aber auch an anderer Stelle beispielsweise in einem Motorsteuergerät hinterlegt sein.

Rein prinzipiell können die Werte für die Motordrehzahl n und/oder die Motoreinspritzmenge ME auch über ein Bussystem, beispielsweise über ein Controller-Area-Network (CAN) übertragen werden. Es können anstatt oder zusätzlich zu den Werten für die Motordrehzahl n und die Motoreinspritzmenge ME auch andere Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine 3 verwendet werden.

Statt – wie in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben – ausgehend von dem Abgastemperaturwert $T_{Kat, n}$ und dem Abgassolltemperaturwert 305 kann der Dynamikkorrekturfaktor 380 auch ausgehend von dem Stickoxidemissionswert 505 und dem Stickoxidstationärwert 550 oder einer anderen Betriebskenngröße des SCR-Katalysators 10 dem Dynamikkorrekturkennfeld 370 entnommen werden, das dann vorher entsprechend appliziert wurde. Der in Verbindung mit Fig. 2 beschriebene Abweichungsfaktor 590 ist dann in Abhängigkeit von dem Abgastemperaturwert $T_{Kat, n}$ und dem Abgassolltemperaturwert 305 einem entsprechenden, ebenfalls vorher applizierten Kennfeld zu entnehmen. Statt des Abgastemperaturwerts $T_{Kat, n}$ können auch hier andere Betriebskenngrößen des SCR-Katalysators 10 verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Dosiereinheit (50) eines Katalysators (10) einer Verbrennungsanlage (3), insbesondere eines SCR-Katalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, bei dem eine Menge wenigstens eines Reagens (200), insbesondere eines Reduktionsmittels, einem Abgas zugemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von einem angenommenen stationären Betriebszustand des Katalysators (10) und/oder der Verbrennungsanlage (3) ein Stationärwert des zu dosierenden Reagens (200) (Reagensstationärwert (320)) ermittelt und mit wenigstens einem Korrekturfaktor zur dynamischen Anpassung (Dynamikkorrekturfaktor (380)) korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dynamikkorrekturfaktor (380) abhängig von wenigstens einer der Betriebskenngroßen ($T_{\text{kat},n}$) des Katalysators (10) und wenigstens einer der Betriebskenngroßen (n, ME) der Verbrennungsanlage (3) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der folgenden Betriebskenngroßen des Katalysators (10) zur Korrektur des Reagensstationärwerts (320) herangezogen wird:
 - a) ein Stickoxidemissionswert (505) in Abgasströmungsrichtung betrachtet vor dem Katalysator (10) und/oder
 - b) ein Abgastemperaturwert ($T_{\text{Kat},n}$) in Abgasströmungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator (10).
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Dynamikkorrekturfaktor (380) ausgehend von einem Stationärwert für die Abgastemperatur in Abgasströmungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator (10) (Abgasstationärtemperaturwert (305)) und der Differenz zwischen dem Abgasstationärtemperaturwert (305) und dem Abgastemperaturwert ($T_{\text{Kat},n}$) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reagensstationärwert (320) mit einem Stickoxidkorrekturfaktor (590) korrigiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Stickoxidkorrekturfaktor (590) aus einem Vergleich des Stickoxidemissionswertes (505) mit einem entsprechenden Stationärwert der Stickoxidemission (Stickoxidstationärwert (550)) ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stickoxidkorrekturfaktor (590) als Quotient aus dem Stickoxidemissionswert (505) dividiert durch den Stickoxidstationärwert (550) berechnet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stickoxidemissionswert (505) und/oder der Stickoxidstationärwert (550) wenigstens einem Filter (F1, F2) zugeführt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stationärwerte (305, 320; 550) in Abhängigkeit von wenigstens einer der Betriebskenngrößen (n, ME) der Verbrennungsanlage (3) aus jeweils einem Stationärkennfeld (300, 310; 520) entnommen werden, welches bei dem angenommenen stationären Betriebszustand des Katalysators (10) und/oder der Verbrennungsanlage (3) aufgenommen wurde.
10. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Reagensstationärwert (320) mit dem wenigstens einen Korrekturfaktor (380; 590) multipliziert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stickoxidemissionswert (505) nach wenigstens einem der folgenden Verfahren bestimmt wird:
 - a) aus einem Signal eines Stickoxidsensors und/oder
 - b) durch Simulation aus Motordaten, Meßwerten und/oder Kennfeldern mittels Berechnung von Differentialgleichungen und/oder Funktionalen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Reagensstationärwert (320) mit einer oder mehreren der folgenden Größen korrigiert wird:
 - a) einem Wert für eine Betriebsdauer des Katalysators (10),
 - b) einem Wert für eine Betriebsdauer der Verbrennungsanlage (3),
 - c) einem Wert für die Außentemperatur,
 - d) einem Kühlmitteltemperaturwert der Verbrennungsanlage (3), und/oder
 - e) einem Wert für die Luftfeuchte.
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als wenigstens eine der Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine (3) ein Wert für die Motordrehzahl (n) und/oder ein Wert für die Motoreinspritzmenge (ME) bestimmt werden.
14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfaktoren (380; 590) jeweils einem Kennfeld entnommen werden.
15. Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit (50) eines Katalysators (10) einer Verbrennungsanlage (3), insbesondere eines SCR-Katalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, mit einer Steuereinheit (90) zum Steuern einer einem Abgas zuzumessenden Menge wenigstens eines Reagens (200), insbesondere eines Reduktionsmittels, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch wenigstens ein Mittel (310) zum Ermitteln eines Stationärwertes des zu dosierenden Reagens (200) (Reagensstationärwert (320)), ausgehend von einem angenommenen stationären Betriebszustand des Katalysators (10) und/oder der Verbrennungsanlage (3) und wenigstens einem Korrekturmittel (390) zum Korrigieren des Reagensstationärwertes (320) mit wenigstens einem Korrekturfaktor zur dynamischen Anpassung (Dynamikkorrekturfaktor 380).
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Erfassungsmittel (140, 142, 160) zum Erfassen wenigstens einer Betriebskenngröße ($T_{kat,n}$) des Katalysators (10) und wenigstens einer Betriebskenngröße (n, ME) der Verbrennungsanlage (3), die ei-

nen aktuellen Betriebszustand der Verbrennungsanlage (3) und/oder des Katalysators (10) charakterisieren.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuereinheit (90) wenigstens ein Reagensstationärkennfeld (310) als Mittel zu ermitteln des Reagensstationärwerts (320), und ein Dynamikkorrekturkennfeld (370) und/oder ein Stickoxidkennfeld (520) zum Ermitteln des wenigstens einen Korrekturfaktors (380;590) gespeichert sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch einen Stickoxidsensor und/oder einer Simulationseinheit für einen Stickoxidemissionswert (505) aus Motordaten, Meßwerten und/oder Kennfeldern mittels Berechnung.

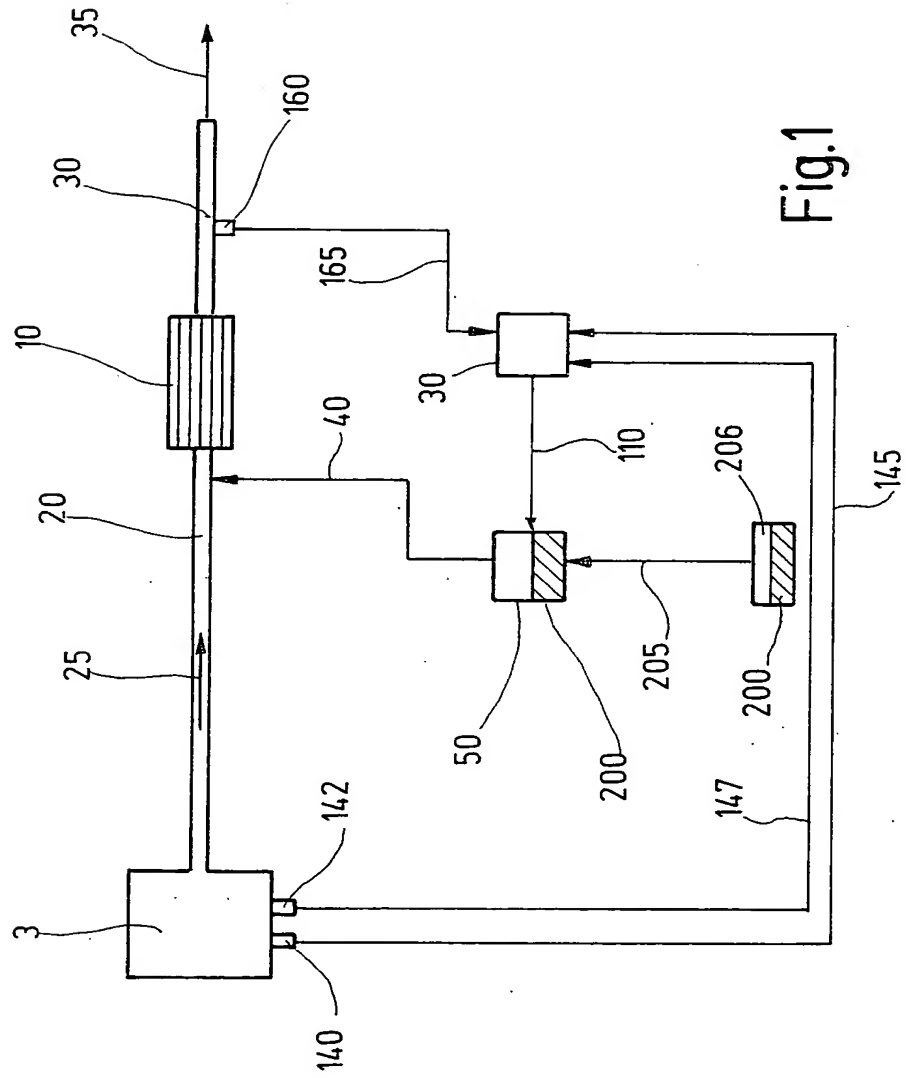
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators

Zusammenfassung

Um beim Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators einer Verbrennungsanlage, insbesondere einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, bei jedem Betriebszustand des Katalysators und/oder bei jedem Betriebszustand der Verbrennungsanlage eine optimale Dosierung eines einem Abgas zu gemessenen Reagens gewährleisten zu können, sehen ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Dosiereinheit eines Katalysators einer Verbrennungsanlage vor, die Menge (400) des wenigstens einen Reagens ausgehend von einem Stationärwert (320) der zu dosierenden Reagensmenge bei einem stationären Betriebszustand des Katalysators und/oder der Verbrennungsanlage zu ermitteln und mit wenigstens einem Dynamikkorrekturfaktor (380), der von wenigstens einer der Betriebskenngrößen ($T_{Kat,n}$) des Katalysators und wenigstens einer der Betriebskenngrößen (n, ME) der Verbrennungsanlage abhängig ist, zu korrigieren. Hierbei werden der Dynamikkorrekturfaktor (380) und/oder ein Stickoxidkorrekturfaktor (590) aus einem Dynamikkorrekturkennfeld (370) bzw. einem Stickoxidkennfeld (520) abhängig lediglich von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine, insbesondere der Drehzahl (n) und der Motoreinspritzmenge (ME), und Betriebskenngrößen des Katalysators, vorzugsweise der Stickoxidemission (505) und der Temperatur ($T_{Kat,n}$) des Abgases in Strömungsrichtung betrachtet hinter dem Katalysator, entnommen.

(Fig.3)



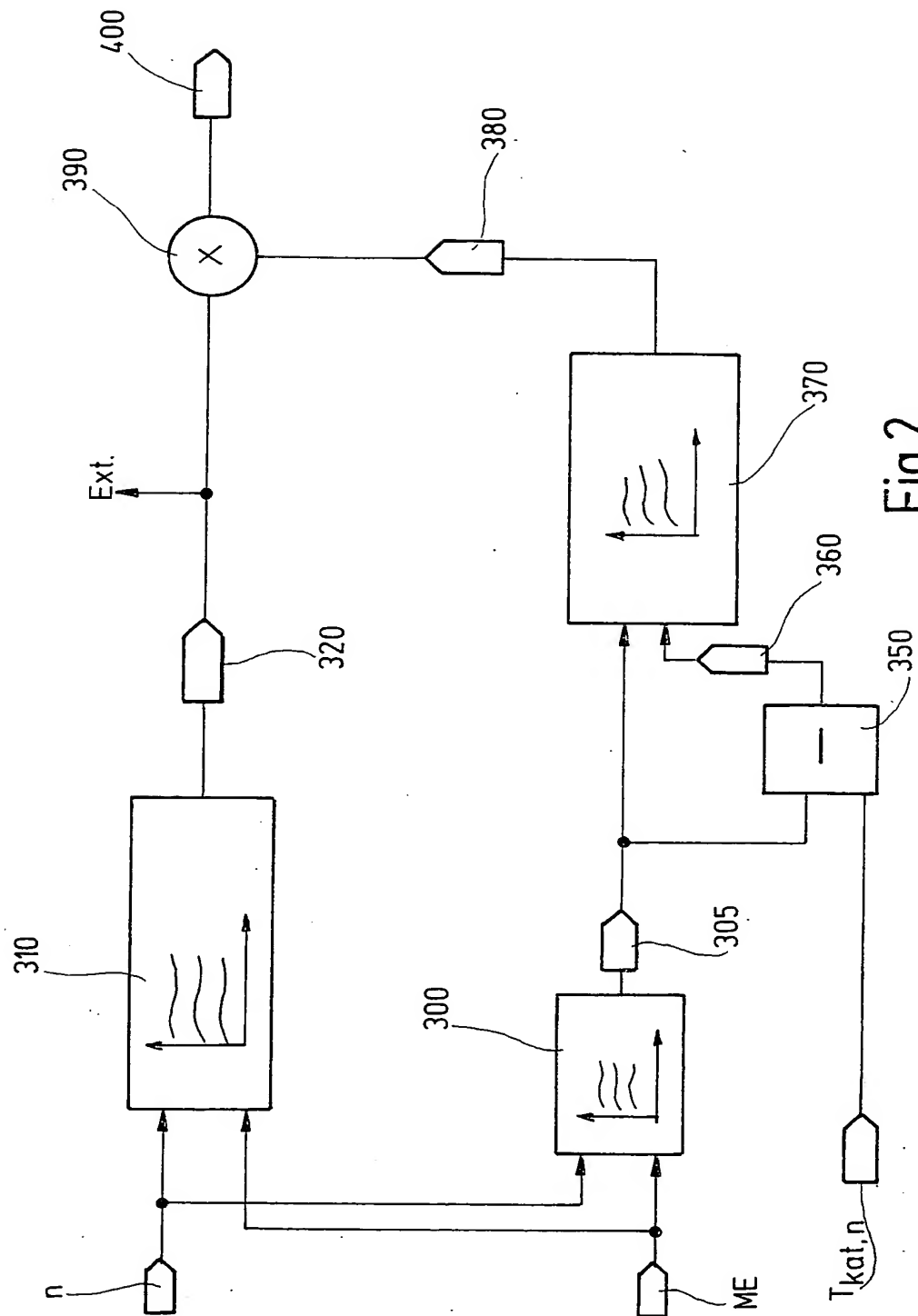


Fig. 2

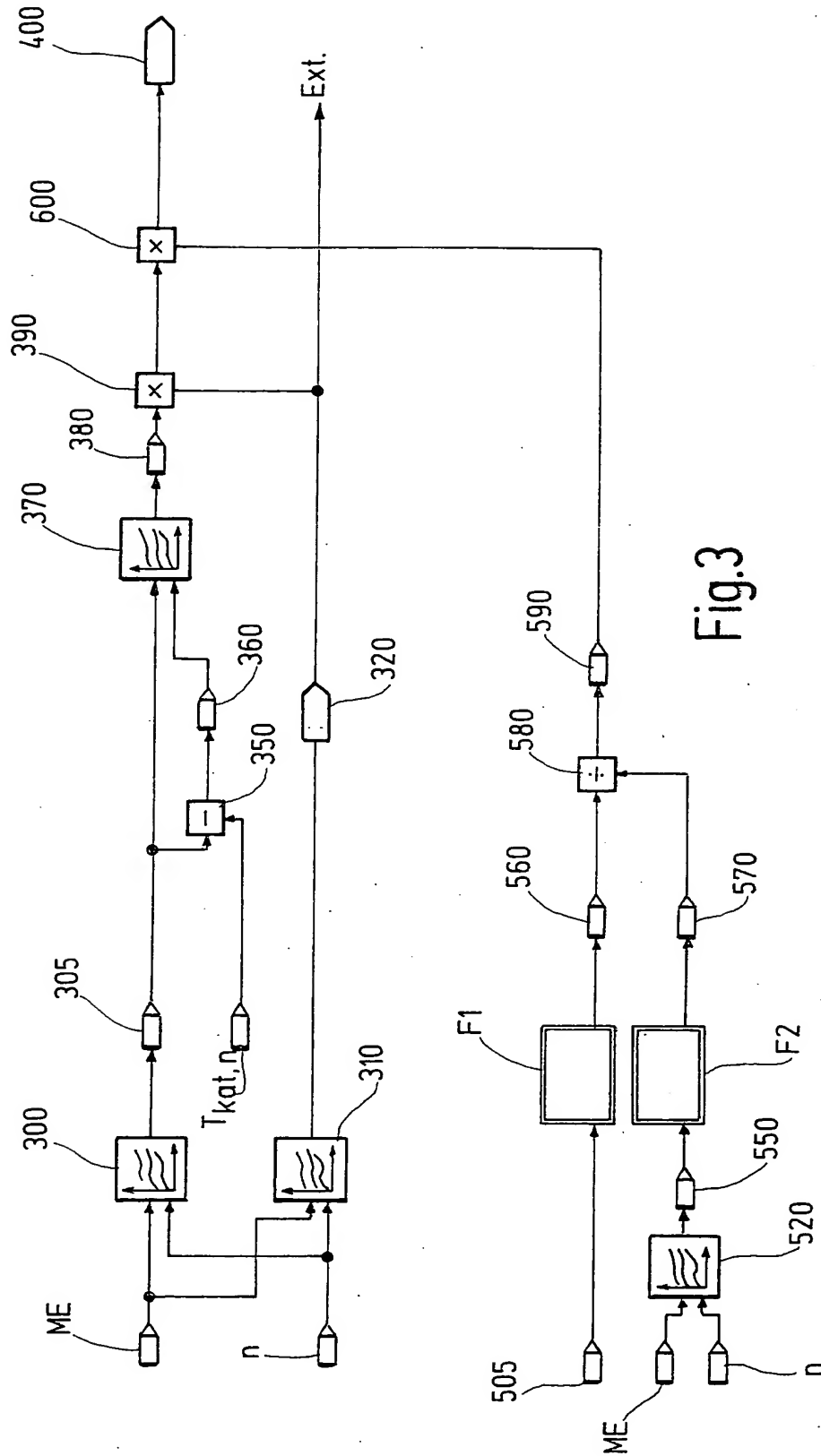


Fig.3